



# **TYÖKUSTANNUKSIEN ARVIONTI ILMANVAIHTOKONEEN HUOL- LOSSA**

Niko Kauppinen

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2015  
Talotekniikan ko.  
LVI-tekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan koulutusohjelma  
LVI-tekniikka

KAUPPINEN, NIKO:

Työkustannuksien arviointi ilmanvaihtokoneen huollossa

Opinnäytetyö 38 sivua, joista liitteitä 2 sivua  
Toukokuu 2015

---

Opinnäytetyö on tehty Lassila & Tikanojan Etelä-Suomen Kiinteistötekniikan yksikölle. Työn tavoitteena oli tehdä raporttipohja kiinteistön ilmanvaihtokoneiden huoltokustannuksien määrittämiseksi.

Raporttipohjasta on mahdollista muokata yhtenevä malli yrityksen muiden yksiköiden käyttöön, yksinkertaistamaan raportointikäytäntöä valtakunnallisissa sopimuksissa. Nämä sopimukset ovat valtakunnallisesti eri yksiköiden käytettävissä, ja huoltoraporttipohja on asiakkaan toimipaikan lähimmän huoltoyksikön muokattavissa ja dokumentoitavissa.

Huoltoraporttipohjaan luotu ilmanvaihtokone eriteltiin komponenteittain, jotta kustannusarviosta saadaan mahdollisimman tarkka. Raporttipohjan komponenteille on määriteltä tekninen käyttöikä voimassa olevien määräyksien mukaisesti. Raporttipohjaan täytetään koneen ja sen komponenttien ikä sekä toimipaikkakohtaiset hinnastot. Voimassa olevat asiakassopimukset määräävät eri toimipaikoissa raporttipohjaan syötettävät hintatiedot.

Yrityksellä on käytössä laskentapohja ilmanvaihtokoneiden huoltoja varten. Opinnäytetyössä ei jalostettu jo olemassa olevaa pohjaa vaan luotiin uusi pohja eri lähdetietoja käyttäen. Opinnäytetyön lähtötiedot perustuivat alan sopimuksista löydettyihin faktoihin, joissa ei ole määriteltä kokemusperäisen tiedon osuutta verrattuna yrityksen omaan laskentapohjaan.

Opinnäytetyön tuotoksena oleva raporttipohja kerää ilmanvaihtokoneen huoltoon käytettävän ajan ja kustannuksien lisäksi tietoa komponenttien jäljellä olevasta teknisestä käyttöiästä. Raporttipohja näin ollen sisältää tiedot asiakkaan ilmanvaihtokoneesta ja antaa arvion tulevaisuudessa suoritettavista huolloista.

## **ABSTRACT**

Tampere University of Applied Sciences  
Building Services Engineering  
HVAC-engineer

**KAUPPINEN, NIKO:**

Cost Assessment for Maintaining Ventilation Unit

Bachelor's thesis 38 pages, appendices 2 pages  
May 2015

---

This thesis was made the southern Finland Building Systems unit of Lassila & Tikanoja (later referred as L&T). The objective was to create a model form for the property's ventilation units to determinate maintenance costs.

The first part of this study was to investigate, why properties temporary maintenances are crucial to maintain optimal operation, and to determine technical life left for those systems.

The second part investigated L&Ts own maintenance costs form structure and compare it to model form made from this thesis. The company's own form includes summary parameters via experiential knowledge.

The structure of the model form made in this thesis follows the field of operations and specific regulations from ventilation technology. The form allows it's user to break down the ventilation unit that is under inspection. The outcome is in that way the user is allowed to retrieve specific information from the unit.

The result of comparing L&Ts form with the one made in this thesis shows that the L&T's form gives quicker estimation about the costs of maintenance than the one in this thesis. On the other hand it is much more useful to maintain bookkeeping on property's whole ventilation unit battery, using the one form made here. For further development, the form can be a simplified unit card for every unit to show conditions of the unit maintenance group more efficiently.

---

Key words: state survey, technical life, maintenance, ventilation.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	KUNTOARVIO .....	7
2.1	Yleistä .....	8
2.2	Mihin kuntoarviota käytetään .....	8
2.3	Kuntoarvion tilaaminen .....	8
2.3.1	Tarjouspyynnön laadinta.....	10
2.4	Kuntoarvioijat .....	10
2.5	Kuntoarvion kulku .....	11
2.6	Loppuraportti .....	12
2.7	Kunnossapitosuunnitelmaehdotus .....	13
2.8	Huoltokirja .....	13
2.8.1	Huoltokirjan laadinta.....	14
2.8.2	Sisältö ja käyttö .....	14
3	TEKNINEN KÄYTTÖIKÄ .....	15
3.1	Käyttöikäohjeistuksien toteutuminen .....	15
3.2	Ilmanvaihdon rasitusluokat .....	16
3.3	Järjestelmän osien tekniset käyttöiät.....	16
4	LASKENTATYÖKALUN TOIMINTA .....	17
4.1	Lähtökohdat .....	17
4.2	Huoltokustannuksien ennakointi.....	17
4.3	Työkalun luominen .....	17
4.4	Tarkastettavat komponentit huolto-ohje .....	18
4.4.1	Puhallin .....	18
4.4.2	Suodatin .....	18
4.4.3	Lämmityspatteri .....	19
4.4.4	Jäähdytyspatteri.....	19
4.4.5	Lämmöntalteenottolaite.....	19
4.4.6	Ilmankostutin .....	19
4.4.7	Äänenvaimennin .....	20
4.4.8	Automatiikka.....	20
4.4.9	Sulku-, säätö- ja mittauslaitteet .....	20
5	LASKENTATYÖKALUN SISÄLTÖ .....	22
5.1	Oma arvio huoltokustannuksien lähtötiedoista.....	23
5.1.1	Konepaketit .....	24
5.1.2	Konepakettiin kuulumattomat osat .....	25
5.2	Kuntoluokan määräytyminen.....	26

5.3	Määritykset sekä oletukset.....	26
6	LASKENTATAULUKOT .....	29
6.1	Yrityksen taulukko.....	29
6.2	Opinnäytetyön taulukko.....	29
6.3	Laskentataulukoiden erot.....	30
6.4	Opinnäytetyön laskentatyökalun testaamisen lähtötiedot.....	30
6.5	Laskentatyökalujen testaus .....	32
7	POHDINTA.....	34
	LÄHTEET.....	36
	LIITTEET .....	37
	Liite 1. Laskentataulukon ulkoasu.....	37

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää kuntoarvioprosessissa käytössä olevan pitkän tähtäimen suunnitelmaa ilmanvaihdon määräaikaishuollon kohteisiin. Työn tarkoituksena on laatia Excel-pohjainen taulukko, jota voi käyttää pohjana ilmanvaihdon määräaikaishuoltojen kustannuksien arvioinnissa, kuntoluokan määrittämisessä sekä jo voimassa olevien kohteiden ilmanvaihtokoneiden koontitaulukkona konekohtaisella tasolla.

Opinnäytetyön tilaajalla on useita voimassa olevia huoltosopimuksia pitkältä aikaväliltä, joten vanhojen sopimuksien määräaikaishuoltojen ja näiden budjetoiminen uusia sopimuksia vastaaviksi tulee huomioida huoltotaulukkoa laatiessa.

Tässä työssä kuntoarvioprosessista käsitellään pitkän tähtäimen suunnitelman (jäljempänä PTS) laadintaan ilmanvaihdon osalta kuntoluokitusten määreitä, yleisimmin tarkasteltavia komponentteja järjestelmästä sekä tarvittavat koneikkojen erityistarpeet.

## 2 KUNTOARVIO

Suomen rakennuskannan jakautuminen eri aikakausille rakennusten lukumäärässä on tasaista 1900-luvulta nykypäivään tullessa. Näiden rakennusten rakennettuja neliömääriä tarkastellessa huomaa kuitenkin yhteneväisyyden rakennettujen asuineliöiden ja rakennusten lukumäärällä 1970- ja 1980-luvun betonielementtirakentamisen aikana. Kerrostaloja tuotettiin nopealla tahdilla kasvukeskuksien viereen muodostuviin lähiöihin vastaamaan maalta kaupunkiin muuttavien asuntotarpeisiin.

Kiinteistöille suoritettavan LVI-kuntotutkimuksen ensimmäisinä askeleina pidetään vuonna 1987 käynnistyneen Teknillisen Korkeakoulun LVI-laboratorion tutkimusta ”Putkilinjastojen kunto ja kunnan tutkimusmenetelmät asuinkeuhkoaloissa”. Tuohon aikaan tarve tutkimuksille oli asiakaskeuhkoista ja huolimaton. Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää luotettavat menetelmät ja toimintatapa putkistojen kunnan selvittämiseksi. (LVV-kuntotutkimusopas 2013.pdf, sivu 5.)

1970–1980-luvulla rakennetuista kerrostaloista suurin osa on edelleen asuinkäytössä. Näiden rakennusten tekniset käyttöiät teknisten järjestelmien osalta alkavat olla tiensä päässä. Rakennosien teknistä käyttöikää voi olla jäljellä teknisiä järjestelmiä enemmän. (Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitotaksot. 2008. s. 4-32)

Asunto-osakeyhtiölaki (22.12.2009/1599) määrää 4. luvun 2§ yhtiön kunnossapitovastuusta seuraavaa: ” Yhtiön on pidettävä kunnossa osakehuoneistojen rakenteet ja eristeet. Yhtiö on lisäksi velvollinen pitämään kunnossa lämmitys-, sähkö-, tiedonsiirto-, kaasun-, vesi-, viemäri-, ilmanvaihto- ja muut sen kaltaiset perusjärjestelmät.” (Asunto-osakeyhtiölaki, 4. luku, 2§)

Kiinteistölle laadittava käyttö- ja huolto-ohje (huoltokirja) pitää sisällään kiinteistön teknisten järjestelmien yleiskuvauksen ja näin ollen toimii kiinteistönhuollon ohjekirjana huoltoyhtiölle. (Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje. 2000. s. 4-5)

## **2.1 Yleistä**

Kuntoarvio on koko kiinteistölle, sen rakennusosalle, teknisille järjestelmille tai järjestelmän osalle suoritettava tarkastus, jonka on tarkoituksena toimia pohjana kiinteistön kunnossapitosuunnitelman laadintaan. Ensimmäinen kuntoarvio suoritetaan enintään kymmenen vuotta vanhoille kiinteistöille ja sitä päivitetään vähintään viiden vuoden välein. (Liike- ja palvelukiinteistön kuntoarvio, tilaajan ohje. 2012. s. 1)

Kuntoarvion suorittaa aistinvaraisin ja kokemusperäisin tarkastuksin työryhmä, joka koostuu rakennus-, LVIA- ja sähkötekniikan asiantuntijoista. Työryhmä valitsee joukostaan yhteyshenkilön, joka hoitaa yhteydenpidon tilaajan kanssa ja hankkii tarvittavat esitiedot arvioinnin suorittamista varten. Työryhmä laatii lopuksi toteutuneesta arvioinnista raportin tilaajalle, joka sisältää kunnossapitosuunnitelmaehdotuksen, rakennuksen kuntoluokan väliltä 1-5 sekä korjauskehotukset välittömästi suoritettavista toimenpiteistä. (Liike- ja palvelukiinteistön kuntoarvio, tilaajan ohje. 2012. s. 7)

## **2.2 Mihin kuntoarviota käytetään**

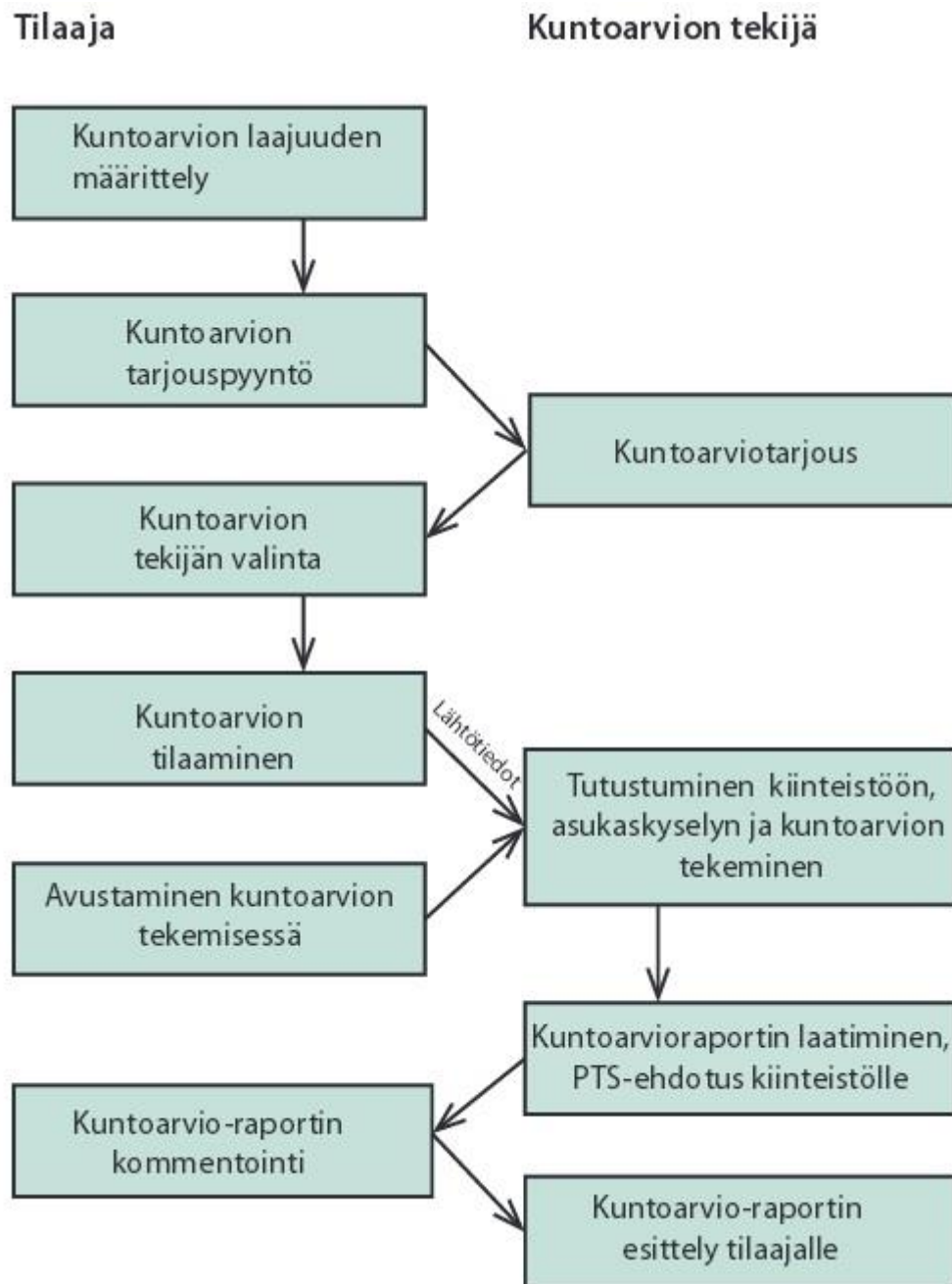
Kuntoarvion loppuraportissa tulee esittää kunnossapitosuunnitelmaehdotus, eli pitkän tähtäimen suunnitelma-ehdotus (PTS-ehdotus). Tätä ehdotusta käytetään pohjana kiinteistön omistajan laatimalle tai laadituttamalle kiinteistön kunnossapitosuunnitelmalle, jonka perusteella määritellään kiinteistön korjaussuunnitelma. (Liike- ja palvelukiinteistön kuntoarvio, tilaajan ohje. 2012. s. 3)

## **2.3 Kuntoarvion tilaaminen**

Kiinteistön omistaja tilaa kuntoarvion teetettäväksi ulkopuoliselta asiantuntijalta tai tilaajan omalta kiinteistönhoito-organisaatiolta. (Liike- ja palvelukiinteistön kuntoarvio, tilaajan ohje. 2012. s. 6)



Kuntoarvion prosessin kronologinen järjestys on esitetty kuvassa 1.



KUVA 1. Kuntoarvion tekeminen (Liike- ja palvelukiinteistön kuntoarvio, tilaajan ohje. 2012. s. 6)

Päätös kiinteistön omistajalle kuntoarvion tarpeellisuudesta voi tulla muun muassa seuraavista syistä: pitkän tähtäimen suunnitelman tarve, käyttötarkoituksen muuttuminen, kiinteistön myyminen tai uusi omistaja, kustannusarvio tulevaisuuden korjauksille ja ilmenneiden vaurioiden kartoittaminen. (ATPLukkari 2015)

Arava-asetus määrittää pitkäaikaista vuokra-asumisen perusparannuslainaa hakevalle lainoitettavaan kohteeseen tehtäväksi kuntoarvion sekä pitkän tähtäimen kunnossapito-suunnitelman. (Arava-asetus 2015)

### **2.3.1 Tarjouspyynnön laadinta**

Tilaaaja laatii tarjouspyynnön, jossa tulee yksilöllistää kuntoarvion kohteet ja määritelmän sisällöstä, laajuudesta ja raportointitavasta. Tässä vaiheessa kattavien lähtötietojen luovuttaminen kuntoarvion suoritusta varten vähentää ennen arviointia tehtäviä selvityksiä.

Pyynnössä tulee ilmoittaa:

- kiinteistön nimi ja osoite
- rakennusten lukumäärä ja käyttötarkoitus
- pinta-ala, tilavuus ja kerrosten lukumäärä
- rakennusvuosi ja rakennusosien päämateriaalit (runko, julkisivut, vesikatto)
- yleistiedot LVISA-järjestelmistä
- tiedot kiinteistön erityisjärjestelmistä
- erityistilojen (esim. jäähdytetyt tilat) määrä
- luettelot käytettävissä olevista asiakirjoista
- kiinteistössä tehdyt ja suunnitellut korjaukset
- tilaajan ja muiden yhteyshenkilöiden yhteystiedot ja heidän valtuutensa
- kuntoarvion yhteydessä mahdollisesti tehtävät lisäselvitykset ja kuntotutkimukset. (Liike- ja palvelukiinteistön kuntoarvio, tilaajan ohje. 2012. s. 6)

### **2.4 Kuntoarvioijat**

Kuntoarvion suorittavilla asiantuntijoilla tulee olla tehtävän laadun ja vaativuuden edellyttämä pätevyys, koulutus, kokemus ja ammattitaito. Hyvän kuntoarvioijan tulee hallita oman alansa lisäksi perustiedot muilta tekniikan osa-alueilta ja energiankulutukseen ja sisäolosuhteisiin vaikuttavista asioista. (Liike- ja palvelukiinteistön kuntoarvio, tilaajan ohje. 2012. s. 7)

Kuntoarvioijan pätevyys osoitetaan Suomessa FISE Oy:n järjestämällä pätevyyskokeella. Kokeen hyväksytyllä suorituksella läpäissyt henkilö osoittaa riittävän ammattitaidon toimia LVI-alan kuntoarvioijana. Pätevyyttä ei vaadita kuntoarvioijana toimimiseen, vaan pätevyys tarkoituksena on osoittaa riittävä osaaminen.

Kuntoarvioijan tulee teknisiltä osin tuntea omalta ammattialaltaan muun muassa seuraavaa:

- kohteessa käytetyt uudet ja menneiden vuosikymmenien rakennusmenetelmät ja -materiaalit
- rakenteiden, rakennusosien ja laitteiden kulumis- ja rappeutumismekanismit sekä niiden etenemisnopeudet eri olosuhteissa
- erilaisten ja eri-ikäisten rakenteiden, rakennusosien ja laitteiden tyypilliset vauriot ja riskit
- piilossa olevien rakenteiden välilliset arviointikeinot
- käytettävissä olevat perinteiset sekä uusimmat korjausmenetelmät ja -materiaalit
- kuntoarviossa ja kuntotutkimuksissa suoritettavien mittausten, näytteiden oton, testausten yms. periaatteet ja tarkoitukset
- uusien rakennusosien ja laitteiden ominaisuudet ja soveltuvuuden rajoitukset
- korjauksissa käytettävien rakennusosien, laitteiden ja materiaalien käyttöiät, kunnossapitojaksot ja -kustannukset
- energian ja veden kulutukseen vaikuttavat tekijät, käytettävissä olevat säästökeinot ja niiden kannattavuudet
- kosteus- ja mikrobiongelmat ja niiden syyt
- hulevesien poisohjaaminen ja ulkoalueiden kuivatus
- tilojen toimivuuden ja viihtyisyyden parantamiskeinot
- kustannustiedot
- voimassa olevat säädökset ja viranomaismääräykset. (Liike- ja palvelukiinteistön kuntoarvio, tilaajan ohje. 2012. s. 7)

## 2.5 Kuntoarvion kulku

Kun kuntoarvion suorittava työryhmä on valittu, työ alkaa valmistelulla ja kuntoarvion suunnitelman laadinnalla. Kuntoarvion kulku seuraa kuvan 2 vaiheita.



KUVA 2: Kuntoarvion vaiheet

Kiinteistöstä saatavien lähtötietojen perusteella kuntoarvion suorittaja saa tarkasteltavakseen kohteen perustiedot, suunnitelmat sekä mahdolliset aikaisemmin suoritettujen kuntoarvioiden raportit. Dokumenteissa esiintyvien teknisten järjestelmien analysoinnilla kuntoarvioija laatii tarkastussuunnitelman, jossa ilmenee tarkastuksen etenemisjärjestys sekä painopisteet. (Liike- ja palvelukiinteistön kuntoarvio, tilaajan ohje. 2012. s. 3)

Kuntoarvion raporttiin sisällytetään käyttäjäkysely, jolla selvitetään käyttäjien havainnot ja arviot rakennuksen, sen osan tai järjestelmän toimivuudesta.

Kiinteistössä suoritettavassa kuntoarviossa selvitetään muun muassa kiireellistä korjausta vaativat viat sekä näille kiireellisyysjärjestys, järjestelmien korjaus-, uusimis- ja parannustarpeet, kiinteistön käyttö- ja huolto, käyttäjäkyselyssä selvinnet viat sekä havainnoidaan kiinteistön turvallisuutta ja terveellisyyttä. Erikseen voidaan myös tarkastukseen sisällyttää arviointi kiinteistön toiminnallisuudesta, viihtyisyydestä ja muunneltavuudesta. (Liike- ja palvelukiinteistön kuntoarvio, tilaajan ohje. 2012. s. 3)

## 2.6 Loppuraportti

Kuntoarvion loppuraportti sisältää kohdassa 2.2 esitetyt ehdotukset sekä suunnitelmat kiinteistön omistajalle luovutettavaksi. Raporttiin lisätään myös tarkastuskohteista otetut valokuvat ja muut dokumentit. (Liike- ja palvelukiinteistön kuntoarvio, tilaajan ohje. 2012. s. 8)

Rakennukselle annetaan kuntoluokka numerolla, joka on väliltä 1-5. Kuntoluokkien selitykset on esitetty taulukossa 1. Kiinteistön kuntoluokka määräytyy sen järjestelmien

tai järjestelmän osien ja rakenteiden keskiarvosta. (Kiinteistön kuntoarvio, Kuntoluokan määräytyminen, Huhtikuu 2012. s.2)

Kuntoarvion raportti on suositeltavaa esitellä tilaajalle erillisessä tilaisuudessa. Tilaisuudessa todetaan työn sopimuksenmukaisuus, tarkastellaan työn tulokset ja esitetään tilaajalle mahdolliset jatko- ja lisätutkimustarpeet.

TAULUKKO 1: Kuntoluokkien määritelmä

<u>5</u>	= Uusi, ei toimenpiteitä seuraavan 10 vuoden kuluessa		
<u>4</u>	= Hyvä, kevyt huoltokorjaus 6 – 10 vuoden kuluessa		
<u>3</u>	= Tarvittaessa kevyt huoltokorjaus 1 – 5 vuoden kuluessa		
	tai peruskorjaus 6 – 10 vuoden kuluessa		
<u>2</u>	= Välttävä, peruskorjaus 1 – 5 vuoden kuluessa		
	tai uusiminen 6 – 10 vuoden kuluessa		
<u>1</u>	= Heikko, uusitaan 1 – 5 vuoden kuluessa.		

## 2.7 Kunnossapitosuunnitelmaehdotus

Kunnossapitosuunnitelma pitää sisällään mahdollisten kuntoarvioraportissa suositeltujen lisätutkimuksien ja – tarkastuksien tulokset sekä esittää korjaustoimenpiteet kustannusehdotuksineen kuntoarvion kohteena olleista kiinteistön osista. Suunnitelma laaditaan esittämään nämä ehdotukset seuraaville kymmenelle vuodelle. (Liike- ja palvelukiinteistön kuntoarvio, tilaajan ohje. 2012. s. 3)

## 2.8 Huoltokirja

Kiinteistölle laadittavasta käyttö- ja huolto-ohjeesta (huoltokirjasta) on määrätty Suomen rakennusmääräyskokoelmassa A4, Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje. Asiakirja on luotu maankäyttö- ja rakennuslain 13 §:n (132/1999) ja maankäyttö- ja rakennusasetuksen 66 §:n (895/1999) mukaan ja edellyttää huolto-ohjeen laadittavaksi rakennusta varten, jota käytetään pysyväan asumiseen tai työskentelyyn. Asetus koskee myös tällaiselle rakennukselle tehtävää korjaus- ja muutostyötä, joka on verrattavissa rakennuk-

sen rakentamiseen ja joka muutoin edellyttää rakennuslupaa. (Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje. 2000. s. 3)

Huoltokirja on nimestään poiketen nykypäivänä verkossa pilvipalvelimella sijaitseva kiinteistön asiakirjojen kokonaisuus, jonka käyttöoikeuksia hallinnoi kiinteistön haltija. Yhteisessä asiakirjapankissa on käyttäjien yksinkertaista tarkastaa tulevia huoltoja sekä dokumentoida jo toteutuneita.

### **2.8.1 Huoltokirjan laadinta**

Vastuu rakennuksen huolto-ohjeen asianmukaisesta sisällöstä ja sen kokoamisesta on rakennushankkeeseen ryhtyvällä. Rakennusvalvontaviranomaisen tulee tarkistaa, että rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje on asianmukaisesti laadittu viimeistään rakennuksen tai sen osan loppukatselmuksessa. (A4, Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje. 2000. s. 7)

Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) velvoittaa rakennushankkeeseen ryhtyvää laatimaan rakennettavalle kiinteistölle huoltokirjan, mutta laki ei velvoita sen käyttämistä kiinteistön ylläpidon ja huollon tukena.

### **2.8.2 Sisältö ja käyttö**

Kiinteistön huolto-ohje sisältää rakennuksen huollon lähtötiedot, tavoitteet ja tehtävät ylläpito-organisaatiolle, asukkaille ja/tai tilojen käyttäjille. (A4, Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje. 2000. s. 4)

Huoltokirjan tavoitteena on taata kiinteistön rakennusosien ja laitteiden sekä piha-alueiden suunnitelmallinen, tarkoituksenmukaisesti mitoitettu kiinteistönhoito ja kunnossapito. (Asuintalon huoltokirjan käyttö, LVI 01-10297) Huoltokirja myös selventää kiinteistönhuolto-organisaation hoidon ja huollon tehtävät ja helpottaa kiinteistönhoitotöiden asianmukaista suorittamista ja valvontaa.

### **3 TEKINEN KÄYTTÖIKÄ**

Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot -ohjekortissa (LVI 01-10424) määrittellään kiinteistön rakenteiden, rakennusosien, aluerakenteiden ja LVI-järjestelmien ja -laitteiden tekniset käyttöiät, tarkastusvälit, huoltovälit ja kunnossapitojaksot. Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan näiden kunnossapidon edellytysten vaatimia toimenpiteitä ja aikoja LVI-laitteista ilmanvaihtojärjestelmän osalta.

Tekninen käyttöikä on tarkoittaa laitteen tai rakenneosan käyttöönoton jälkeistä aikaa, jolloin sen tekniset toimintavaatimukset täyttyvät. (LVI 01-10424 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot. s. 2)

#### **3.1 Käyttöikäohjeistuksien toteutuminen**

LVI-kortissa esitettyjen teknisten käyttöikäjen toteutumisen edellytyksenä on, että asianmukaiset huollot on suoritettu. Tämä tarkoittaa kiinteistön huoltoyhtiöltä vastuullista huoltokirjan täyttämistä ja käyttöä. Kiinteistönhuollon suorittamien huoltojen järjestelmällisyys ja onnistuvuus vaikuttavat laitteiston käyttöikään. Suomen rakennusmääräyskokoelmassa D2 määräys 3.1.2 kertoo, että ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava siten, että se oikein käytettynä, huollettuna ja kunnossapidettynä kestää toimintakuntoisena suunnitellun käyttöiän. (D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, Määräykset ja ohjeet 2012 s.7)

Käyttöikään vaikuttavia asioita ovat ilmanvaihdon palvelevien tilojen olosuhteet, ilmanvaihtokoneiden käyttöajat sekä mahdolliset käyttötarkoitusten muutokset. (LVI 01-10424 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot. s. 1)

Teknisen käyttöiän saavuttaminen edellyttää, että rakennus tai järjestelmä on suunniteltu ja toteutettu rakennusajankohtana voimassa olevien määräysten ja ohjeiden mukaisesti. (LVI 01-10424 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot. s. 1)

### 3.2 Ilmanvaihdon rasitusluokat

Järjestelmän tai osan teknistä käyttöikää arvioitaessa tulee määrittää Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot -kortista ilmanvaihtojärjestelmän rasitusluokka, joka on rasitukseltaan luokkaa 1, 2 tai 3. Rasitusluokassa 1 ilmanvaihto toimii koko ajan (24 h/d ja 7pvä/vko), luokassa 2 ilmanvaihto noudattaa käyttöajaltaan arkipäivien päiväkäyttöä (50 h/vko) ja rasitusluokassa 3 ilmanvaihto toimii joitakin tunteja vuorokaudessa (10-20 h/vko). Käyttöympäristön tuomat rasitukset ilmanvaihdolle (esimerkiksi konepajailmanvaihto) ja teknisen käyttöiän vaikutukseen on arvioitava kohdekohtaisesti.

### 3.3 Järjestelmän osien tekniset käyttöiät

Taulukossa 2 on esitelty luettelomaisesti yleisempien ilmanvaihtokoneisiin liittyvien osien keskimääräinen tekninen käyttöikä seuraavasti: komponentti, tekninen käyttöikä eri rasitusluokassa sekä tarkastus- ja huoltoväli.

TAULUKKO 2: Ilmanvaihtokoneen osien tekniset käyttöiät

	Keskimääräinen tekninen käyttöikä v Rasitusluokka				
Määritelmä	1	2	3	Tarkastusväli	Huoltoväli
Puhallin	10-15	20-25	30-40	Laakerit, kiilahihnat, tasapainotus	Riippuu käyttöajoista
Suodattimet	10-15	20-25	30-40	Puhtauden seuranta	6-12 kk vaihtoväli
Lämmityspatterit	10-15	20-25	30-40	-	-
Jäähdytyspatterit	10-15	20-25	30-40	12 kk kondenssi- viemäröinnin tark.	-
Lämmöntalteenottolaitteet	10-15	20-25	30-40	12kk huurtu- miseneston tark.	-
Kostuttimet	10-15	20-25	30-40	-	-
Äänenvaimentimet	Uusiminen käyttötarkoituksen muuttuessa, ei toimenpiteitä.				
Sulku-, säätö- ja mittauslaitteet	10-15	20-25	-	12 kk	Sulakkeiden tark.
Sekoitusosat	10-15	20-25	30-40	12 kk	-

Ilmanvaihtokoneen ulkopuolelle jäävien kanavien ja niihin liittyvien osien tekniselle käyttöiälle ei ole määritetty enimmäiskäyttöikää, koska niiden uusimistarve ei johdu mekaanisesta kulumisesta vaan tilojen tai niiden käyttötarkoituksen tai ilmanvaihtojärjestelmän toimintaperiaatteen vuoksi tapahtuvista muutoksista.



## **4 LASKENTATYÖKALUN TOIMINTA**

### **4.1 Lähtökohdat**

Opinnäytetyön tarkoituksena olevan huoltopohjan laatimiseksi on käytetty hyväksi kiinteistöille suoritettavan kuntoarvion toimintatapaa sekä teoriaa kuitenkin itse suorittamatta konkreettista kuntoarviota kohdekiinteistössä. Tämä johtuu yrityksen huoltosopimuksien luonteesta, jossa asiakkaalle ei tarjota kuntoarviota huoltosopimuksen alkaessa kiinteistössä.

Suurin osa L & T:n huoltosopimuksista on luonteeltaan kiinteistön ulkoalueiden sekä julkisien tilojen siisteyden ylläpidon huoltoja, joissa ilmanvaihtoasentajan teknistä osaamista tarvitaan ilmanvaihdon koneiden suodattimien vaihtoon.

Kiinteistötekniikalla on lukumääräisesti vähemmän pelkästään kiinteistön teknisten järjestelmien huoltosopimuksia ilman muita kiinteistöön kuuluvia huoltoja.

### **4.2 Huoltokustannuksien ennakointi**

Huollettavan kiinteistön huoltosopimuksen tarjousta laadittaessa mahdollisimman tarkka kustannusarvio huoltotöiden kustannuksista voi tarjouskilpailun luonteen vuoksi olla huoltoyhtiön valinnan tärkein kriteeri. Mikäli voittavan tarjouksen perusteena on yhteishinnaltaan halvin hinta, on mahdollisimman tarkkaan toteutettu arvio kustannuksista tarpeen.

### **4.3 Työkalun luominen**

Huoltopohjan laadinnassa ilmanvaihtojärjestelmän nykytilaa havainnoivaksi pääotsikointi sekä teknisen käyttöiän ohjeiät ovat Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitotajaksot- LVI-kortista. Tästä LVI-kortissa on otettu huomioon järjestelmän teknisten osien käyttöiät tarkempaan tarkasteluun niiden korjaustarpeen ollessa normaalissa käy-

tössä huomattavasti korkeampi kuin kanavistolla ja sen osilla. Tämä johtuu ilmanvaihtokoneen komponenttien mekaanisesta kulumisesta.

Työkalu on luotu Microsoft Officen Excel- taulukko-ohjelmalla ja sisältää ohjelmasta löytyviä kaavoja.

#### **4.4 Tarkastettavat komponentit huolto-ohje**

Huoltopohjan pääotsikointi on toteutettu ilmanvaihtokoneen komponenteittain, kuten taulukossa 2 ”Ilmanvaihtokoneen osien tekniset käyttöiät” on esitetty. Tarkastettavien komponenttien huolto-ohjeeseen on kerätty tietoa Lassila & Tikanojan omasta ”L&T Sisäilmapalveluiden IV-huoltotoimenpiteiden sisältö”-oppaasta.

##### **4.4.1 Puhallin**

Puhaltimesta tulee tarkastaa laakereiden, tärinänvaimennuksen, puhallussuunnan, kiilahihnojen sekä urapyörien kunto ja arvioida näiden korjaustarve silmämääräisesti. Puhallinkammion siisteys tarkastetaan ja puhdistetaan yleisimmin huollon yhteydessä kuin myös puhaltimen tuuletinsiivekkeet. Puhaltimen suositeltu tarkastusväli on 12 kuukautta.

##### **4.4.2 Suodatin**

Suodattimiin on yleisesti liitetty paine-eromittaus suodattimen yli määrittämään sen suodatustehokkuus. Hydraulisen paine-eromittarin toiminnan tarkastaminen sekä tarvittaessa kalibrointi on suositeltavaa tarkastaa suodatinvaihdon yhteydessä.

Suodatinvaihtoväli riippuu suodatettavan ilman epäpuhtauden määrästä, joten vaihtoväli on yleisimmin 6-12 kuukautta. Vaihdon yhteydessä tarkastetaan suodatinkammion puhkaus sekä suodatinkehikon kunto ja tiiveys.

#### **4.4.3 Lämmityspatteri**

Lämmityspatterin lamellit puhdistetaan pintapuolisesti yleisimmin imuroimalla, jotta lämmönsiirtopinta voidaan maksimoida. Lämmityspiirin pumpun toiminta ja lämpötilat tarkastetaan sekä tarvittaessa patteri ilmataan.

#### **4.4.4 Jäähdytyspatteri**

Jäähdytyspatterin lamellit puhdistetaan samalla menetelmällä kuin lämmityspatterin lamellit. Jäähdytyspatterissa oleva pumppu ja lämpötilat tarkastetaan sekä kammioista lähtevän kondenssiviemäröinnin puhtaus ja kunto. Glykolikiertoisista jäähdytyspiireistä tarkastetaan glykolipitoisuus ja piirin täyttötarve.

#### **4.4.5 Lämmöntalteenottolaite**

Lämmöntalteenottolaitteesta (jäljempänä LTO) tarkastetaan ja puhdistetaan lämmönluovutuspinnat. Kolmesta yleisimmin käytössä olevasta LTO-tyypistä levylämmönsiirrin on vähiten huoltoa tarvitseva, koska se ei sisällä liikkuvia osia. Pyörivästä LTO:sta tarkastetaan hihnojen kireys, linjaus ja ilmaus. Nestekiertoisesta LTO:sta tulee tarkastaa lämmönsiirtoaineena kiertävän kylmäaineseoksen (vesi-glykoli-seos) suunniteltu sekoitussuhde, siirtoputkiston kunto sekä lämmönsiirtonesteen pumpun toiminta. Kaikista edellä mainituista LTO-tyypeistä tarkastetaan lisäksi ohituspeltien toiminta.

#### **4.4.6 Ilmankostutin**

Ilmankostuttimesta tarkastetaan tyypistä riippuen sumutusosan puhtaus, vakiovirtausventtiilin, pumpun sekä suodattimen kunto. Kostuttimen alapuolella oleva valuma-allas ja sen viemäröinnin toiminta tarkastetaan, jotta vesi ei jää kellumaan valuma-altaaseen.

#### **4.4.7 Äänenvaimennin**

Äänenvaimennusvillan sekä pinnan eheys tarkastettava, jotta mahdollisia kuituja ei kulkeudu tuloilman mukana hengitysvyöhykkeelle.

#### **4.4.8 Automatiikka**

Ilmanvaihtokoneen sulku- ja säätölaitteet ovat automatisoituja ja säädettävissä taloautomaatiosta. Automatisoituja sulkulaitteita testataan aiheuttamalla käsin sähkönsyötön keskeytys, jolloin varotoimena oleva jousipalautuksen tulee sulkeutua tai avautua käytötarkoituksesta riippuen.

Automatiikkaan kuuluu olennaisena osana ilmanvaihtokoneen varotoimet esimerkiksi sähkökatkoksen sattuessa. Sähköjen kytkeydyttyä pois päältä jousipalautteiset sulkupellit raitis- ja jätekanavassa sulkeutuvat ja estävät ilman kulkeutumisen ilmanvaihtokoneeseen. Tämä varotoimi estää esimerkiksi talvella kylmän ulkoilman pääsyn ilmanvaihtokoneen sisälle, joka voi aiheuttaa lämmityspatterin jäätymistä.

#### **4.4.9 Sulku-, säätö- ja mittauslaitteet**

Ilmanvaihtokone sisältää useita moottoriohjattuja sulku- ja säätöpeltejä, joiden toiminta tulee tarkastaa manuaalisesti. Sulkupeltien toiminta tarkastetaan irrottamalla toimilaite sulkukarasta. Käsivoimin karaa kääntämällä pellin tulee aueta ja sulkeutua täysin. Säätöpelteistä tarkastetaan karan liike samoin kuin sulkupellissä.

Lämmityspatterin jäätymissuoja-anturi mittaa patterista poistuvan veden lämpötilaa, joka laskiessa asetusarvon alle sulkee raitisilmakanavan ja avaa lämmityspatterin kolmitieventtiilin täysin auki estääkseen patterin jäätymistä. Anturi testataan nostamalla asetusarvo lähelle patterista poistuvan veden lämpötilaa, joka laukaisee hälytyksen.

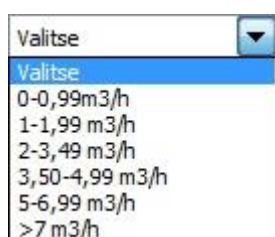
Analogisten paine- ja lämpömittareiden lukemaa tulee verrata taloautomaation digitaalisten mittareiden lukemaan ja lukemaeron havaitessa vaihtaa rikkiäinen mittari tai anturi. Taloautomaatiikka ilmoittaa huolto-organisaatiolle vaihdettavista suodattimista tai

asetusarvon ylittävästä/alittavasta lämpötilasta, joten virheelliset ilmoitukset johtuvat yleisimmin vioittuneesta anturista.

## 5 LASKENTATYÖKALUN SISÄLTÖ

Laadittu huoltoon kuluvan ajan, kustannuksien sekä kuntoluokan arviointityökalu sisältää luvussa 4 esitetyt huollettavat komponentit ilmanvaihtokoneen osista. Huoltotaulukon ulkoasu on Liitteessä 1.

Konekoko on jaettu alavetotaulukossa (kuva 3) LVI-toimialan työehtosopimus 2014-2016 momentin 4 ilmanvaihtokoneet kappaleen ensimmäisen taulukon konekokojaon mukaisesti nolasta yli seitsemään kuutioon ilmaa tunnissa.



KUVA 3: Konekoko alavetotaulukko

Suodatinosat 1 ja 2 ovat identtiset alavetotaulukon sisällöltään, sisältäen seuraavat tiedot valikoissaan:

Tyyppi: kuitupussi, kuitumatto, aktiivihiili, sähkö ja kemiallinen

Luokka (suodatusluokat numeroittain ja vastaavin kirjainyhdistelmin): G1-4, M5-6, F7-9, H10-14 ja U15

Leveys ja korkeus: 287, 592 ja 892

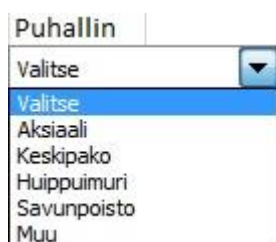
Syvyys: 150, 362, 500 ja 600

Pussien lukumäärä: 3, 4, 6 ja 8

Lukumäärä (pussisuodattimien lukumäärä koneen suodatinkehikossa): 1, 2, 4, 6, 8 ja 9.

Pussisuodattimien määrittämiseksi ilmanvaihtokoneessa on annettu eniten tarkentaville tiedoille tilaa niiden yleisyyden vuoksi kiinteistön ilmanvaihtojärjestelmän suodatuksessa (Ilmanvaihtokoneen pussisuodattimet 2015).

Puhallin alavetotaulukko on oma tulo- ja poistopuolen puhaltimelle.



KUVA 4: Puhallinvaihtoehdot

Lämmitys- sekä jälkilämmityspatterille on valittavissa alavetotaulukosta ilmanlämmitysmuoto vesi, sähkö tai höyry. Jäähdytys- ja jälkijäähdytyspatterille on vaihtoehtona vesi tai suora höyrystys. Jäähdytysvedeen mahdollisesti sekoitetun glykolin pitoisuus vedessä merkitään käsin huoltoraportissa sille varattuun kohtaan.

Ilmankostutukselle valittavissa on sumutus, haihdutus tai höyry.

Äänenvaimennin ilmanvaihtokoneessa ilmoitetaan vastaamalla alavetotaulukossa kyllä tai ei.

Lämmöntalteenoton tyypin määrittämisessä alavetotaulukossa on vaihtoehtoina pyörivä, kuutio ristivirta, kuutio ristivastavirta, lämpöputki, nestekiertoinen sekä ei lämmön talteenottoa.

Sulku-, säätö- ja mittauslaitteiden tarkastukset suoritetaan valitun laitelukumäärän mukaan.

Täyttötaulukkoon syötetyt arvot siirtyvät huoltoon käytettävän ajan sekä kuntoluokan määrittämisen jälkeen tulostus-välilehteen laskentatyökalussa.

## 5.1 Oma arvio huoltokustannuksien lähtötiedoista

LVI-toimialan työehtosopimuksessa (LVI-toimialan työehtosopimus 2014-2016) esitetään ilmanvaihtokoneen asentamiseen kuluvien normituntien määrät. Näitä normituntimääriä käytetään tässä työssä lähtötietoina arvioitaessa ilmanvaihtokoneen huoltoon kuluva aikaa (taulukko 3, taulukko 5) laskentataulukon luomisessa.

Normitunti on yleisesti urakointityössä käytetty yhden työtunnin määritelmä asennuksiin kuluva työn keston laskennassa.

### 5.1.1 Konepaketit

Ilmanvaihtokoneen asennuksen normituntitaulukosta (taulukko 3) käytetään konekokoihin kuluva asennusajan erotusta erikokoisten ilmanvaihtokoneiden huollon tarvitseman ajan arvioimisessa.

TAULUKKO 3: Ilmanvaihtokoneen asennuksen normituntitaulukko (LVI-toimialan työehtosopimus 2014-2016)

Sarake	1	2
m <sup>3</sup> /s	NH	NH
0 - 0,99	3,8	6,88
1,00 - 1,99	5,76	10,23
2,00 - 3,49	7,67	13,74
3,50 - 4,99	9,59	17,26
5,00 - 6,99	11,5	20,77
7,00 - 10,00	13,42	23,97

Konekoon kasvaessa kokoluokkaa suuremman normitunteja vähentämällä pienemmästä saa lisääntyneen normituntimäärän selville taulukon 4 mukaisesti.

TAULUKKO 4: Normituntien erotus

	1 Erotus	2 Erotus
0-0,99m <sup>3</sup> /h	3,8	6,88
1-1,99 m <sup>3</sup> /h	5,76	1,96
2-3,49 m <sup>3</sup> /h	7,67	1,91
3,50-4,99 m <sup>3</sup> /h	9,59	1,92
5-6,99 m <sup>3</sup> /h	11,5	1,91
>7 m <sup>3</sup> /h	13,42	1,92

Tätä erotusta voidaan käyttää suuntaa-antavana lukuna huoltoon kuluva ajan arvioinnissa. Ensimmäinen erotussarake on pelkän tuloilmakoneen asentamiseen käytetyt normitunnit ja erotussarake 2 on tulo- ja poistoilmakoneen asennuksen normitunnit.



Sarakkeen 1 tuloilmakojeen pakettiin on sisällytetty kolme komponenttia ja sarakkeen 2 tulo- ja poistoilmakojeen pakettiin kuusi komponenttia.

### 5.1.2 Konepakettiin kuulumattomat osat

Tuloilma- ja tulo-poistoilmanvaihtokojeen paketteihin kuulumattomat, erikseen liitettävien konekomponenttien normitunnit on esitetty taulukossa viisi.

TAULUKKO 5: Erikseen liitettävien konekomponenttien asennuksen normituntitaulukko (LVI-toimialan työehtosopimus 2014-2016)

Sarake	1	2	3	4	5	6
Rivi	NH	NH	NH	NH	NH	NH
1.	1,11	1,32	2,04	2,36	2,68	3,01
2.	1,41	1,69	2,69	3,06	3,49	3,94
3.	1,66	1,96	2,95	3,35	3,74	4,14
4.	1,66	1,96	2,95	3,35	3,74	4,14

Taulukossa 5 rivit 1-4 kuvaavat asennettavaa komponenttia:

1. Sälepelti, väliosa, kostutin
2. Patteri
3. Äänenvaimennin
4. Puhallin (LVI-toimialan työehtosopimus 2014-2016).

Sarakkeet 1-6 viittaavat taulukon 4. esittämiin kuuteen eri konekokoon.

Taulukon 5 esittämille normitunneille erotus suurempaan konekokoan siirryttäessä pienemmästä saadaan taulukossa 6 esitettävät arvot.

TAULUKKO 6: Konekomponenttien normituntien erotus

	Konekoko					
Osat	0-0,99 m <sup>3</sup> /h	1-1,99 m <sup>3</sup> /h	2-3,49 m <sup>3</sup> /h	3,50-4,99 m <sup>3</sup> /h	5-6,99 m <sup>3</sup> /h	7-10 m <sup>3</sup> /h
1.	0,21	0,21	0,72	0,32	0,32	0,33
2.	0,28	0,28	1	0,37	0,43	0,45
3.	0,3	0,3	0,99	0,4	0,39	0,4
4.	0,3	0,3	0,99	0,4	0,39	0,4

Taulukossa esitetyt erotukset ovat asennukseen käytettävien normituntien erotuksia konekoon kasvaessa yhtä kokoluokkaa suuremmaksi. Näitä erotuksia käytetään suuntaa-antavana lukuna ilmanvaihtokoneen huoltoon kuluvan ajan arvioinnissa.

## 5.2 Kuntoluokan määräytyminen

Huollettavien ilmanvaihtokoneiden ja koneosien kuntoluokan määräytyminen laskentapohjaan syötettävän koneen tai koneosan iän perusteella määräytyy taulukon 7 arvojen perusteella.

TAULUKKO 7: Kuntoluokan määräytyminen

Kuntoluokka	5	5	4	4	4	4	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Ikä	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Taulukkoon määritellyt kuntoluokat ovat omia arvioitani kuntoluokan määräytymisestä laitteen iän perusteella. Luvut eivät sisällä mahdollisia rasituksesta aiheutuvia teknisen käyttöään muutoksia.

## 5.3 Määritykset sekä oletukset

Työn tarkoituksena olevaan huoltotaulukkoon erotellaan tulokoje sarakkeesta 1 (taulukko 4) sekä tulo-poistoilmakoje sarakkeesta 2 (taulukko 4).

Määritetään tuloilmakojeen  $0-0,99\text{m}^3/\text{h}$  koneen huoltamiseen käytettäväksi tuntimääräksi 2 työtuntia. Tämä oletus on taulukon 4 sarakkeen 1 normituntien erotuksesta. Tätä suuremman konekoon huoltamiseen lisätään taulukossa edetessä alaspäin 2 työtuntia pienemmän konekoon määrään, jolloin saadaan taulukon 5 mukaiset työtuntimäärät ilmanvaihtokoneen huoltamiseen (taulukko 8).

TAULUKKO 8: Tuloilmakoneen huoltotyötunnit

	Huolto aika h
0-0,99m <sup>3</sup> /h	2
1-1,99 m <sup>3</sup> /h	4
2-3,49 m <sup>3</sup> /h	6
3,50-4,99 m <sup>3</sup> /h	8
5-6,99 m <sup>3</sup> /h	10
>7 m <sup>3</sup> /h	12

Tulo- ja poistoilmakojeen normituntien erotus lasketaan samalla kaavalla kuin tuloilmakojeen normituntien erotukset (taulukko 9).

TAULUKKO 9: Tulo-poistoilmakoneen huoltotyötunnit

	Huolto aika h
0-0,99m <sup>3</sup> /h	3,5
1-1,99 m <sup>3</sup> /h	7
2-3,49 m <sup>3</sup> /h	10,5
3,50-4,99 m <sup>3</sup> /h	14
5-6,99 m <sup>3</sup> /h	17,5
>7 m <sup>3</sup> /h	21

Edellä (taulukko 9) esitetyt huoltoon käytettävät työtunnit vaikuttavat pienemmän kokoluokan koneikoissa järkeviltä määriltä verrattuna isoimman kokoluokan tuntimäärään. Tämä laskentamalli, jossa konekoon kasvaessa suuremmaksi, huoltoon käytettävän ajan lisääntyminen erotuksen verran, on epätarkka.

Taulukossa kolme esitetyt asennukseen käytettävät normitunnit eivät suoraan voi olla rinnastettavissa huoltoon käytettävään työtuntimäärään niiden sisältämän työmäärän vuoksi.

Ilmanvaihtokoneiden huoltoon käytettäväksi työmääräksi voidaan arvioida keskimääräisesti aikaisemmissa taulukoissa esitetyt normituntien erotukset konekoon kasvaessa (taulukko 10).

TAULUKKO 10: Ilmanvaihtokoneen huoltoaika

	Tulo-poistoi.	Tuloilmak.
	Huoltoaika h	Huoltoaika h
0-0,99m <sup>3</sup> /h	3,5	2
1-1,99 m <sup>3</sup> /h	3,5	2
2-3,49 m <sup>3</sup> /h	3,5	2
3,50-4,99 m <sup>3</sup> /h	3,5	2
5-6,99 m <sup>3</sup> /h	3,5	2
>7 m <sup>3</sup> /h	3,5	2

Tuloilma- ja tulo-poistoilmakojeeisiin kuulumattomien konekomponenttien normituntien erotuksen (taulukko 11) lisääminen kyseisiin koneikkoihin lisää huoltoon käytettävää aikaa, mikäli tällaisia komponentteja ei luokitella kuuluvaksi alkuperäiseen koneeseen.

TAULUKKO 11: Konekomponenttien huollon normitunnit

	Konekoko					
Osat	0-0,99m <sup>3</sup> /h	1-1,99 m <sup>3</sup> /h	2-3,49 m <sup>3</sup> /h	3,50-4,99 m <sup>3</sup> /h	5-6,99 m <sup>3</sup> /h	7-10 m <sup>3</sup> /h
1.	0,2	0,2	0,7	0,3	0,3	0,3
2.	0,3	0,3	1	0,4	0,4	0,5
3.	0,3	0,3	1	0,4	0,4	0,4
4.	0,3	0,3	1	0,4	0,4	0,4

Taulukossa 10 esitettyjä huoltoon käytettäviä normitunteja voidaan pitää vähimmäistuntimääränä arvioitaessa ilmanvaihtokoneen huoltoon käytettävää aikaa. Taulukon 11 esittämät koneikkoon kuulumattomien komponenttien huoltoon käytettävät ajat tulee lisätä vähimmäistuntimäärään kyseisen kohdan esittämän työmäärän verran.

## **6 LASKENTATAULUKOT**

Laskentataulukkojen vertailulla saadaan tieto eroavaisuuksista kokemusperäisen ja asennustunneista muokattujen huoltoaikojen välille.

### **6.1 Yrityksen taulukko**

L & T:n oma laskentataulukko laskee huollossa olevan kohteen kaikista ilmanvaihtolaitteista kokonaistuntimäärän. Tämä tuntimäärä kerrotaan taulukkoon määritellyllä katteella sekä asentajan tuntihinnalla kokonaiskustannuksen saamiseksi.

Ilmanvaihtolaitteet ovat karkeasti jaoteltu nopean arvion saamiseksi huoltohinnasta. Konetyypille on määritetty konekoon mukaisesti tietty tuntimäärä huollon arvioidusta kestosta.

L & T:n laskentataulukon tiedot on kerätty pitkällä aikavälillä perustuen kokemukseen toteutuneista huolloista.

### **6.2 Opinnäytetyön taulukko**

Opinnäytetyön tuloksena laadittu taulukko kokoaa yksityiskohtaisesti yhden tarkasteltavan ilmanvaihtokoneen kokonaisuutta. Taulukkoon on laadittu komponentin huoltamiseen käytettävä tuntimäärä konekokotaulukon valintojen mukaan sekä kuntoluokka komponentin iän perusteella määriteltynä.

Konetyypin ja komponenttien huoltoon käytettävä aika on arvioitu LVI-toimialan työehtosopimuksen ilmanvaihtokoneiden ja erillisten komponenttien asentamiseen käytettävien normituntitaulukoiden pohjalta.

### 6.3 Laskentataulukoiden erot

L & T:n taulukko kohteessa olevista ilmanvaihtokoneista on nopeampi täyttää, koska koneiden tyyppijako on karkeampi kuin opinnäytetyössä laaditussa taulukossa. Kohteen ilmanvaihtokoneiden huoltoon käytettävän tuntimäärän sekä hinnan selvittämiseen taulukko on loistava. Yksityiskohtainen tieto ilmanvaihtokoneista jää vajaaksi.

Laadittu taulukko kokoaa yksittäin kohteen ilmanvaihtokoneet ja niihin käytettävän tuntimäärän. Tämä on hitaampi menetelmä, mutta mahdollistaa kattavamman kuvan saamisen huoltokohteen ilmanvaihtolaitteista sekä arvion niiden teknisestä käyttöiästä määritellyn kuntoluokan perusteella.

### 6.4 Opinnäytetyön laskentatyökalun testaamisen lähtötiedot

Esimerkkilaskentaan käytettävässä kohteessa on kaksi tulo-poistoilmanvaihtokonetta ja yksi tuloilmanvaihtokone. Koneiden iäksi on määritetty neljä vuotta ja koneen komponentit alkuperäisiksi. Loput tiedot koneista laskentaa varten on esitetty taulukossa 12.

TAULUKKO 12: Laskennan lähtötiedot

Tunnus	Tyyppi	Ilmamäärät m <sup>3</sup> /h	Suodatin 1	Suodatin 2	Puhallin t/p
TK01	Tulo-poisto	1,5 / 1,5	F7	M5	Aksiaali
TK03	Tulo-poisto	1,4 / 1,4	F7	M5	Aksiaali
TK04	Tulo	0,6	F7	-	Aksiaali t
	LTO	Lämmityspatteri	Toimilaitteet	Mittarit	
TK01	Kuutio	Vesi	2	8	
TK03	Pyörivä	Vesi	2	6	
TK04	-	Vesi	2	3	

Koneille tehtävään huoltoon asentajan ohjevähittäishinta (jäljempänä OvH) määräytyy yritykselle asentajan omakustannehinnasta, toimialan sosiaalikustannusprosentista, muista mahdollisista kuluista (esimerkiksi huoltoauton henkilökohtaisesta käytöstä, ei tarkoita autoetua) ja kateprosentista.

Yritykselle muodostuva asentajan omakustannehintaa (työntekijän bruttopalkka) määrätään esimerkkilaskussa vastaamaan LVI-toimialan työehtosopimuksen sivun 37 kappaaleen 10.4 taulukon (taulukko 13) palkkaluokan 3 mukaista tuntipalkkaa ilman henkilökohtaista palkanlisää.

TAULUKKO 13: Normiajoitetut IV-työt palkkataulukko (LVI-toimiala työehtosopimus 2014-2016)

	€/h
S	10,12
1	12,39
2	14,82
3	15,62
4	16,53

Työntekijästä yritykselle muodostuvat sosiaalikulut on esitetty prosenttilukuna, joka kerrotaan omakustannehinnalla. LVI-toimialan sosiaalikulutusprosenttina käytetään esimerkkilaskussa loppuvuoden 2012, yli 1 990 000€ palkkasumman maksaneen yrityksen lukuarvoa 76,9 % (Toimintakertomus 2012, s. 10). Tästä syntyvä tulo on yrityksen työntekijästä asiakasta laskutettava katteeton hinta (nettohintaa).

Katteettomaan hintaan lasketaan lopuksi myyntikate, joka muodostaa lopullisen Ov:n. Myyntikate lasketaan kaavalla

$$\text{katteellinen hinta} = \frac{\text{nettohintaa}}{\left(1 - \frac{\text{kateprosentti}}{100\%}\right)}$$

jossa esitetään katteellinen hinta euroina, nettointaa euroina ja kateprosentti prosenttilukuna. Taulukossa 14 on esitetty esimerkkilaskussa käytettävä asentajan Ov.

TAULUKKO 14: Asentajan Ov

Palkkaluokka	€/h	Sos. kust. %	Myyntikate %	Nettohintaa €	Myyntihintaa €
2	15,62	76,9	37	27,63	43,86

## 6.5 Laskentatyökalujen testaus

Laadittua työkalua testataan ja tulosta verrataan L & T:n laskentataulukon tulokseen ennen hinnoittelemattomasta kohteesta.

Syötetään saadut lähtötiedot laadittuun laskentapohjaan koneiden TK01, TK03 ja TK04 kohdalta. Tulokseksi saadaan taulukossa 15 esitetyt tulokset.

TAULUKKO 15: Huoltoajat ja kustannukset

Kone	Huoltoaika h	Nettohintaa €	Myyntihintaa €
TK01	5,2	143,68	228,07
TK03	5,2	143,68	228,07
TK04	3	82,89	131,58
Yht.	13,4	370,24	587,72

Kohteen kolmen ilmanvaihtokoneen arvonlisäverottomaksi huoltohinnaksi pelkän työtuntien osalta tulee annetuilla arvoilla 587,72€ ja työajaksi 13,4 tuntia.

Samat ilmanvaihtokoneiden lähtötiedot syötettynä L & T:n laskentataulukkoon saatiin taulukon 16 antamat tulokset.

TAULUKKO 16: Huoltoajat ja kustannukset L & T laskentataulukko

Kone	Huoltoaika h	Nettohintaa €	Katteellinen hintaa €
TK01	3	82,89	131,57
TK03	3	82,89	131,57
TK04	3	82,89	131,57
Yht.	9	248,67	394,71

Kohteen kolmen ilmanvaihtokoneen arvonlisäverottomaksi huoltohinnaksi pelkän työtuntien osalta tulee L & T:n laskentataulukon annetuilla arvoilla 587,72€ ja työajaksi 13,4 tuntia.

Laaditun laskentataulukon arvot antoivat esimerkkikohteen ilmanvaihtokoneiden huoltojen työtuntien nettohinnaksi 306,90€ ja myyntihinnaksi 487,143€. Yrityksen laskenta-



taulukko sen sijaan työtuntien nettohinnaksi 248,67€ ja myyntihinnaksi 394,71€. Taulukoiden antamien tuloksien myyntihinnan erot ovat 193,01 euroa ja 32,8 prosenttia.

Samojen lähtötietojen mukaan arvioidut huoltotunnit olivat opinnäytetyön laskentataulukossa järjestään suuremmat kuin yrityksen taulukossa. Eron huomaa taulukossa 15 TK01:n ja TK03:n huoltoaikaan käytettävissä tunneissa, jotka ovat konetta TK04 suuremmat koneiden sisältämän komponenttien määrän ollessa suuremmat.

## 7 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda kiinteistöhuollon palveluita tarjoavalle yritykselle ilmanvaihtokoneiden huoltokustannuksia yhtenäistävä työkalu. Työkaluun oli tarkoitus kerätä tietoa ilmanvaihtokoneen eri komponenteista yksityiskohtaisesti ja näiden tietojen pohjalta saada kokonaiskustannus- ja aika-arvio tuloksena.

L & T:llä on käytössään oma laskentataulukko, jota käytetään huollon työaikoja ja kustannuksia laskettaessa. Opinnäytetyössäni ei ollut tarkoituksena käyttää tätä laskentataulukkoa luomani huoltoraporttipohjan lähdetietoina, vaan tutkia vaihtoehtoisia menetelmiä huoltokustannuksien laskentaan.

Huoltoraporttipohjan pääotsikointi tapahtui noudattaen tekniset käyttöiät -ohjekorttia, joka määrittä ilmanvaihtokoneen pääkomponentit laskentapohjaan. Asennuksiin ja huoltoon käytettävissä olevat työtunnit löytyivät LVI-toimialan työehtosopimuksesta, jonka ilmanvaihtokoneiden asennuksen normitunneista sai suuntaa-antavat työtunnit huoltoja varten. Tuloilmakoneelle sekä tulo-poistoilmakoneelle oli työehtosopimuksessa merkitty niiden sisältämä komponenttimäärä asennusaikaan. Muille asennettaville komponenteille oli erillinen normituntitaulukko, josta kyseisille osille sai arvioitua huoltoajat.

Opinnäytetyössä luodun laskentataulukon testauksessa ja testin tuloksia verratessa L & T:n laskentataulukon tuloksiin samoista lähtötiedoista kustannukset olivat noin 33 prosenttiyksikköä suuremmat. Syynä tähän on opinnäytetyön laskentapohjassa olevan erikseen määriteltujen koneen osien lukumäärä: taulukko laskee jokaisesta koneen osasta oman ajan kokonaisajan ja tätä myöten kokonaishinnan ilman limitystä. L & T:n laskentataulukko antaa karkealla arviolla ilmanvaihtokoneen huoltoajasta liikkumavaraa suoritettavan huollon pituuteen. Tämän laskentataulukon tiedot on kerätty pitkällä aikavälillä toteutuneista huoltokohteista, joka vaikuttaa tuloksien eriävyyteen.

Kokemuseräisen tiedon lisäämisellä käytettävästä huoltoajasta koneosille sekä huoltoajan limityksellä koneosien määrän lisääntyessä saavutetaan tarkempi aika-arvio. Työkalu tarjoaa tällaisenaan huollettavista kohteista täsmällisen kirjanpidon sekä arvion jäljellä olevasta teknisestä käyttöiästä. Opinnäytetyön laskentataulukosta on mahdolli-

suus jatkojalostaa lomake järjestelmänosien tarkkaa listausta varten esimerkiksi konekorttien laadintaan.

## LÄHTEET

Suomen LVI-liitto. LVV-kuntotutkimusopas 2013.

<http://uutiset.hometalkoot.fi/talkootiedot/talkoissa-nikkaroitua.html> Luettu 18.4.2015

LVI 01-10424 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot. Luettu 26.2.2015

Suomen rakentamismääräyskokoelma D2, Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, Määräykset ja ohjeet 2012. Luettu 14.3.2015

LVI 01-10509 Liike- ja palvelukiinteistön kuntoarvio, Tilaajan ohje. Luettu 23.2.2015

ATPLukkari.

<http://www.asiantuntijapalvelut.fi/miksi-kuntotutkimus.html> Luettu 11.3.2015

LVI 01-10510 Liike- ja palvelukiinteistön kuntoarvio, Kuntoarvioijan ohje. Luettu 19.2.2015

Suomen rakentamismääräyskokoelma A4, Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje, määräykset ja ohjeet 2000. Luettu 13.3.2015

LVI 01-10297 Asuintalon huoltokirjan käyttö. Luettu 17.3.2015

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132. Luettu 11.3.2015

Asunto-osakeyhtiölaki 22.12.2009/1599. Luettu 20.3.2015

LVI 01-10487 Kiinteistön kuntoarvio, Kuntoluokan määräytyminen, Huhtikuu 2012. Luettu 7.4.2015

Ilmanvaihtokoneen pussisuodattimet.

<http://www.suodatinpiste.fi/category/150/pussisuodattimet> Luettu 10.4.2015.

LVI-toimialan työehtosopimus 2014-2016.

<https://www.finlex.fi/data/tes/stes4463-TT146TaloLvi1403.pdf> Luettu 10.4.2015

Arava-asetus 30.12.1993/1587. Luettu 11.3.2015.

Seppänen, O. Ilmastointitekniikka ja sisäilmasto. Anjalankoski: SOLVER palvelut Oy Luettu 20.3.2015.

LVI-Tekniset Urakoitsijat. Toimintakertomus 2012.

<http://www.lvi-tu.fi/wp-content/uploads/2013/10/LVI-TU-Toimintakertomus-2012-LR.pdf> Luettu 29.4.2015.

# LIITTEET

## Liite 1. Laskentataulukon ulkoasu

1 (2)



KOHDE: \_\_\_\_\_  
 OSOITE: \_\_\_\_\_  
 PVÄ: \_\_\_\_\_  
 LAATIJ: \_\_\_\_\_

Kateprosentti  
 \_\_\_\_\_ %

Asentaja tuntihinta  
 \_\_\_\_\_ €/h

Konetunnus _____		Suodatin 1 _____		Puhallin Tulo _____		Lämmityspatteri _____	
Konetyyppi _____	Luokka _____	Hihna lkm _____ kpl	Leveys _____	Ikä _____ v	Ikä _____ v	Jälkilämmityspatteri _____	Ikä _____ v
Ikä _____ v	Korkeus _____	Poisto _____	Syvyys _____	Hihna lkm _____ kpl	Ikä _____ v	Jäähdytyspatteri _____	Ikä _____ v
Konekoko _____	Pussien lkm _____	Ikä _____ v	Lkm _____	Lämmöntalteenotto _____	Ikä _____ v	Glykoli _____ x	Suhde _____ %
Leveys _____ mm	Ikä _____ v	Suodatin 2 _____	Luokka _____	Sulku- ja säätölaitteet Toimilaite _____ kpl	Ikä _____ v	Jälkijäähdytyspatteri _____	Ikä _____ v
Korkeus _____ mm	Ilmavirta Tulo _____ m <sup>3</sup> /h Poisto _____ m <sup>3</sup> /h	Leveys _____	Korkeus _____	Mittarilaitteet Analogiset _____ kpl	_____ kpl	Glykoli _____ x	Suhde _____ %
Ilmankostutin _____	Ikä _____ v	Syvyys _____	Pussien lkm _____	Digitaalet _____ kpl	_____ kpl	Sekoitusosat Toimilaite _____ kpl	_____ kpl
Äänenvaimennin _____	Lkm _____	Ikä _____ v	Ikä _____ v				

Muistiinpanot:

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

(jatkuu)



## ILMANVAIHTOKONEEN HUOLTOAJAN KUSTANNUKSIEN ARVIOINTILOMAKE

KOHDE: 0  
 OSOITE: 0  
 PVÄ: 0.1.1900

Konetunnus 0  
 Konetyyppi 0  
 Asentaja tuntihinta 0 €/h

## KONEEN TIEDOT

Konetyyppi 0 h  
 Koneen ilmapvirrat  
 Tulo 0 m<sup>3</sup>/h  
 Poisto 0 m<sup>3</sup>/h  
 Huolto aika  
 Osan ikä  
 Järjestelmän osan kuntu luokka

Suodatin 1 ei  
 Suodatin 2 ei  
 Puhaltimet  
 Tulo 0 0 h 0 v 0  
 0 m<sup>3</sup>/h Hihna 0 kpl  
 Poisto 0 0 h 0 v 0  
 0 m<sup>3</sup>/h Hihna 0 kpl

Lämmityspatterit  
 jälkilämmitys 0 0 h 0 v 0  
 0 0 h 0 v 0  
 Glykoli

Jäähdytyspatterit  
 0 0 0 h 0 v 0  
 Suhde 0 %  
 jälkijäähdytys  
 0 0 0 h 0 v 0  
 Suhde 0 %

Ilmankostutin 0 0 h 0 v 0  
 Äänenvaimennin 0 0 h  
 Lämmöntalteenotto 0 0 h 0 v 0  
 Sulku- ja säätölaitteet 0 kpl 0 h 0 v 0

Mittarilaitteet  
 Analogiset 0 kpl 0 h  
 Digitaaliset 0 kpl 0 h  
 Huolto aika yhteensä 0 h  
 Netto hinta  
 Sekoitusosat 0 kpl 0 h 0 €  
 Laati ja 0  
 Katteellinen hinta 0,00 €